

Seletividade de herbicidas para cana-de-açúcar no sistema Plene® em pré e pós-emergência¹

Selectivity of herbicides for sugarcane Plene® system in pre and post-emergence

Carmino Barbosa Bertolino²; Pedro Luís da Costa Aguiar Alves³

Resumo - O sistema Plene® trata-se de uma nova tecnologia de plantio de cana que veio simplificar e agilizar a fase inicial da plantação, pois emprega mini toletes previamente tratados. Contudo, há uma carência de informações sobre a seletividade de herbicidas neste novo sistema e em virtude disso objetivou-se avaliar a fitotoxicidade de herbicidas comumente empregados no cultivo tradicional de cana-de-açúcar para o controle em pré e pós-emergência de plantas daninhas quando empregados no sistema Plene®. Foram desenvolvidos dois experimentos, um para a aplicação em pré e outro em pós-emergência. Em ambos foram plantados dois toletes por vaso de 5 L, previamente preenchidos com mistura composta por quatro partes de terra (extraída da camada arável de Latossolo Vermelho) para uma parte de torta de filtro. Após o plantio do primeiro experimento, foram feitas as aplicações dos herbicidas em pré-emergência (imazapic, sulfentrazone, ametryn, isoxaflutole, tebuthiuron, amicarbazone, mesotrione e testemunha sem aplicação). Para o segundo experimento, as aplicações dos herbicidas em pós-emergência foram realizadas aos 14 dias após a emergência das plantas, e os tratamentos constaram de sulfentrazone, ametryn, isoxaflutole, amicarbazone, ametryn + clomazone, diuron + hexazinone e testemunha sem aplicação. Foram realizadas avaliações de fitotoxicidade dos tratamentos, utilizando escala visual. Ao final dos experimentos realizou-se a avaliação da altura das plantas, número de perfilhos e número de folhas. Foi determinada a massa seca das folhas, do caule, da raiz, do tolete e foi contabilizado o número de rebrotas em cada vaso após dez dias o corte da cana-planta. Os herbicidas sulfentrazone, ametryn, tebuthiuron, amicarbazone e mesotrione foram seletivos à cana-de-açúcar 'SP81-3250' no sistema Plene® quando aplicados em pré-emergência, enquanto ametryn, sulfentrazone, ametryn + clomazone e diuron + hexazinone ($468 \text{ g kg}^{-1} + 132 \text{ g kg}^{-1}$) foram seletivos em pós-emergência.

Palavras-chaves: fitointoxicação, *Saccharum* sp., controle químico

Abstract - The Plene® system is a new cane planting technology that came to simplify and streamline the initial phase of planting, since it employs mini-stalks previously treated. However, there is a lack of information on the selectivity of herbicides in this new system and, due to this, it was aimed to evaluate the phytotoxicity of herbicides commonly used in the traditional cultivation of sugarcane for the control in pre-and post-emergence of weeds when employed in Plene® system. Two experiments have been developed, one with application in pre-emergence and another with post-emergence. In both experiments it were planted two stalks per pot (5 L), previously filled with mixture composed of four parts of soil (extracted from the arable layer of Red Oxisol) and one

¹ Recebido para publicação em 10/03/2014 e aceito em 02/05/2015.

² Graduando – FCAV-UNESP. Jaboticabal, São Paulo, Brasil. carminob@hotmail.com (*autor para correspondência)

³ Professor Doutor – Laboratório de Plantas Daninhas – LAPDA, FCAV-UNESP. Jaboticabal, São Paulo, Brasil. plalves@fcav.unesp.br

portion of filter cake. After planting the first experiment, it was performed herbicide applications in pre-emergence (imazapic, sulfentrazone, ametryn, isoxaflutole, tebuthiuron, amicarbazone, mesotrione, and a check without application). For the second experiment, the applications of herbicides in post-emergence were performed at 14 days after plant emergence, and the treatments consisted of sulfentrazone, ametryn, isoxaflutole, amicarbazone, ametryn + clomazone, diuron + hexazinone, and a check without application. Treatments phytotoxicity evaluations were performed using visual scale. At the end of the experiments, it was conducted evaluations of plant height, number of tillers and leaves. In addition, it was determined the dry mass of leaves, stem, root, tholes, and it was recorded the number of regrowth in each pot after ten days of the cane plant cutting. The herbicides sulfentrazone, ametryn, tebuthiuron, amicarbazone, and mesotrione were selective to sugarcane 'SP81-3250' in Plene[®] system when applied in pre-emergence, while ametryn, sulfentrazone, ametryn + clomazone, and diuron + hexazinone ($468 \text{ g kg}^{-1} + 132 \text{ g kg}^{-1}$) were selective for post-emergence.

Keywords: phytointoxication, *Saccharum* sp., chemical control

Introdução

A cultura de cana-de-açúcar ocupa o terceiro lugar em área colhida no Brasil, com 9,4 milhões de hectares (IBGE, 2013). No Centro-sul, maior região produtora com 87% da produção nacional (UNICA, 2013), o ciclo da cultura é de geralmente 6 anos, nos quais ocorrem cinco cortes. O primeiro corte é realizado aos 12 ou 18 meses após o plantio, quando se colhe a chamada “cana planta”, e nela se obtém os maiores índices de produtividade. Os cortes posteriores são feitos na cana soca com índices de produtividade menores que o proveniente da cana planta (Neves et al., 2010).

O manejo das plantas daninhas representa algo em torno de 30% a 35% do custo total de implantação do canavial e de 40% a 45% do custo com tratamentos culturais nas soqueiras (Rolim e Pastre, 2000). Além dos tratamentos culturais, as outras operações que influenciam o custo de operação são: a colheita e transporte (40%) e o plantio (10%) (Neves et al., 2010).

O método mais eficiente de controle das plantas daninhas tem sido o químico, isso devido principalmente ao rendimento operacional e ao custo por área quando comparado com os demais métodos (Procópio, 2011). Aliado a isso, o maior conhecimento da flora de planta daninha nas áreas de produção pode contribuir para a redução nos custos de controle (Kuva et al., 2007; 2008). Grande parte

dos herbicidas utilizados para controle de plantas daninhas em pós-emergência apresenta toxidez à cultura e eficiência limitada, sendo necessária a formulação de novos herbicidas que sejam seletivos à cultura (Ferreira et al., 2010).

Apesar da alta eficiência operacional que o controle químico proporciona, algumas cultivares de cana-de-açúcar apresentam resposta diferenciada aos herbicidas como, por exemplo, problemas de fitotoxicidade, o que impacta na redução da produtividade do canavial em cultivares mais sensíveis (Araldi et al., 2011). Estudos mostram que a cultura da cana-de-açúcar pode tolerar até 27% de redução da sua área foliar, sem que isso afete em redução da sua produção (Velini et al., 2000).

A busca por novas tecnologias de plantio e manejo da cultura de cana-de-açúcar é necessária e primordial, para que o Brasil se mantenha como o país com a maior eficiência na produção de açúcar e álcool no mundo (UNICA, 2013). Em resposta a essa premissa, a empresa Syngenta introduziu o sistema Plene[®]. Segundo a empresa, trata-se de uma nova tecnologia de plantio de cana que veio simplificar e agilizar a fase inicial da plantação, pois o plantio é mecanizado, utilizando toletes contendo uma única gema (cerca de 10 cm de comprimento) e previamente tratados, o que dispensa o uso de equipamentos pesados, permite a melhora no rendimento de plantio,

diminui o número de pessoas no campo e o número de aplicações de produtos para manejo de pragas, trazendo uma maior rentabilidade por diminuir os custos com tais operações (SYNGENTA, 2014).

Para que haja eficiência máxima na utilização do sistema Plene®, é importante que sejam conduzidos estudos que busquem determinar os efeitos dos herbicidas utilizados no manejo atual sobre as plantas de cana cultivadas neste sistema. Considerando que no sistema Plene® se utiliza toletes menores cujas seções de corte e, portanto, de absorção estão mais próximas à gema, há a possibilidade de que a intoxicação seja mais propícia e acentuada.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a fitotoxicidade de herbicidas comumente empregados no cultivo tradicional de cana-de-açúcar para o controle em pré e pós-emergência de plantas daninhas quando empregados no sistema Plene®, fornecendo assim subsídios para o manejo de plantas daninhas nesse novo sistema.

Material e Métodos

Foram desenvolvidos dois experimentos em área aberta e sem restrição de água, nas coordenadas: 21° 14' 05" S, 48° 17' 09" O e altitude de 615,01 m. Como unidades experimentais para ambos foram utilizados vasos de plástico perfurados com capacidade para 5 litros. Estes foram preenchidos com uma mistura composta por quatro partes de terra (extraída da camada arável de um Latossolo Vermelho) peneirada em uma peneira de tamis de 20 mm e uma parte de torta de filtro. Realizou-se análise física e química de uma amostra do solo utilizado como substrato, cujos resultados encontram na Tabela 1. O experimento de seletividade em vasos, com o solo confinado em um recipiente e umedecido próximo a 60% da capacidade de campo, permite inferir que não havendo fitotoxicidade nessa situação dificilmente esta ocorrerá em condições de campo.

Tabela 1. Resultados da análise química e granulométrica de uma amostra do solo utilizado como substrato nos experimentos I e II.

pH (CaCl ₂)	M.O. (g.dm ⁻³)	P resina (mg.dm ⁻³)	K	Ca	Mg	H ⁺ + Al ³⁺	SB	T	V (%)
			m molc.dm ⁻³						
5,2	18	42	2,5	25	12	31	39,5	70,5	56
Argila		Limo (silte)	Areia fina		Areia grossa		Classe Textural		
			g kg ⁻¹						
428		91	131		350		Argilosa		

No centro de cada vaso foram plantados dois toletes de cana-de-açúcar do tipo Plene® do cultivar SP81-3250, a uma profundidade de 10 cm e dispostos de forma paralela entre si a uma distância de 6 cm. O plantio ocorreu no dia 10 de novembro de 2010 e decorridos 50 dias foi realizada adubação de cobertura com a formulação 20-3-20 de N-P-K na dose equivalente a 150 kg ha⁻¹.

Segundo a SOCIANA (2014), a cultivar SP81-3250 tem como principais características alta produção em solos de média fertilidade, apresenta elevada rusticidade e tolerância a seca. Sua colheita é realizada nos meses de julho

a outubro devido à sua maturação, que ocorre nos meses de junho e julho. Esta cultivar possui uma boa brotação de soca, bom número de perfilhos, apresenta alto teor de sacarose, média quantidade de fibra, florescimento médio e baixo nível de isoporização. Apresenta resistência à escaldadura e susceptibilidade à ferrugem alaranjada e broca.

Um dia após o plantio, foram feitas as aplicações dos herbicidas em pré-emergência, conforme descritos na Tabela 2, constituindo assim o experimento I. As aplicações foram realizadas em ambiente controlado e fechado, utilizando um pulverizador costal manual

pressurizado a CO₂, dotado de quatro pontas XR-110.02, com um volume de aplicação de 200 L ha⁻¹. No dia da aplicação, a umidade relativa do ar era de 43% e a temperatura de 31,5°C, com temperatura do solo de 33,5°C, medida na profundidade de 15 cm. A aplicação foi realizada às 17:00h.

No segundo experimento, procedeu-se o plantio dos toletes da mesma maneira descrita

no experimento I no dia 17 de novembro de 2010, sendo que a emergência das plantas ocorreu no dia 23 do mesmo mês. As aplicações dos herbicidas em pós-emergência foram realizadas no dia 06 de dezembro do mesmo ano, ou seja, aos 14 dias após a emergência das plantas, quando essas apresentavam três folhas a partir da folha em expansão, sem incluí-la. Os herbicidas testados constam da Tabela 2.

Tabela 2. Descrição dos herbicidas e suas doses dos produtos comerciais, que constituíram os tratamentos aplicados em pré-emergência da cana-de-açúcar.

Herbicidas aplicados em pré-emergência (EI)			
Tratamentos	Herbicida (Ingrediente Ativo)	Nome comercial	Dose (g ou L ha ⁻¹)
T1	imazapic	Plateau	200 g
T2	sulfentrazone	Boral	1,40 L
T3	ametryn	Gesapax 500	6 L
T4	isoxaflutole	Provence 750 WG	350 g
T5	tebuthiuron	Combine 500 SC	2,40 L
T6	amicarbazone	Dinamic	1700 g
T7	mesotrione	Callisto	0,25 L
T8	Testemunha	-	-
Herbicidas aplicados em pós-emergência (EII)			
Tratamentos	Herbicida (Ingrediente Ativo)	Nome comercial	Dose (g ou L ha ⁻¹)
T1	ametryn	Gesapax 500	8 L
T2	amicarbazone	Dinamic	2000 g
T3	sulfentrazone	Boral	1,5 L
T4	ametryn + clomazone	Sinerge EC	6 L
T5	diuron + hexazinone	Advance	3500 g
T6	diuron + hexazinone	Velpar K WG	2500 g
T7	isoxaflutole	Provence 750 WG	300 g
T8	Testemunha	-	-

As aplicações dos herbicidas foram realizadas da mesma forma descrita para o experimento I. No dia da aplicação a temperatura do ar era de 34,5°C, com umidade relativa de 43% e temperatura do solo de 34°C. medida a profundidade de 15 cm. A aplicação ocorreu as 16:00h.

Em ambos os experimentos, os oito tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizados com quatro repetições. Foram realizadas avaliações semanais de fitotoxicidade dos tratamentos, que corresponderam aos 18, 25, 33, 39, 49, 56, 63 e 70 dias após a brotação das plantas (experimento I) e aos 8, 14, 24, 31, 38 e 45 após

a aplicação (experimento II), utilizando como parâmetro escala visual (EWRC, 1964).

Aos 110 dias após a brotação das plantas, foram avaliados: altura das plantas, número de perfilhos e número de folhas por planta, além de determinada a massa seca das folhas sem bainha, do caule (com as bainhas) e da raiz. Aos 120 dias após a brotação (10 dias após o corte da cana-de-açúcar), foi contabilizado o número de rebrotas em cada vaso e determinada a massa seca do tolete, a fim de relacioná-la a capacidade de brotação. A altura da planta foi obtida medindo-se da base da planta rente ao solo até a última lígula visível. A matéria seca foi obtida após a secagem do

material em estufa com circulação de ar a 70°C, por no mínimo 96 horas, sendo a massa determinada em balança eletrônica com 0,01g de precisão.

Os dados obtidos em cada experimento foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de significância, com comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para proceder a estas análises foi utilizado o programa Estat.

Resultados e Discussão

No primeiro experimento pode-se observar que já a partir dos 17 dias após a aplicação (DAA) as plantas de cana-de-açúcar

que receberam o tratamento com os herbicidas imazapic e isoxaflutole apresentaram as maiores médias de intoxicação, enquanto aquelas tratadas com ametryn, tebuthiuron, mesotrione e amicarbazone tiveram baixa intoxicação, mantendo este comportamento de notas no decorrer do período experimental (Tabela 3).

Esse comportamento se manteve até os 69 DAA, quando o tratamento com imazapic se mostrou o mais fitotóxico, seguido pelo o de isoxaflutole, que, com exceção dos 62 e 69 DAA, não diferenciaram entre si. Os tratamentos com sulfentrazone e amicarbazone, que até os 48 DAA haviam resultado em toxicidade variável, aos 69 DAB praticamente não apresentaram danos visuais às plantas.

Tabela 3. Fitotoxicidade dos herbicidas pré-emergentes em cana-de-açúcar 'SP81-3250' no sistema Plene® até os 69 dias após a brotação.

Tratamento	Dose (ha ⁻¹)	Fitotoxicidade - dias após a aplicação							
		17	14	32	38	48	55	62	69
1 – imazapic	200 g	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
2 – sulfentrazone	1,40 L	4,0	5,0	5,0	4,0	6,0	2,0	1,5	1,0
3 – ametryn	6 L	2,0	1,5	1,0	1,0	4,0	1,0	1,5	1,0
4 – isoxaflutole	350 g	8,0	8,0	7,0	8,0	8,0	8,0	4,0	4,0
5 – tebuthiuron	2,40 L	1,5	1,5	1,5	1,0	5,0	1,5	1,0	1,0
6 – amicarbazone	1700 g	1,5	2,0	4,0	4,0	6,0	5,0	2,0	1,0
7 – mesotrione	0,25 L	2,0	1,5	1,0	1,0	5,0	1,0	1,5	1,0
8 – Testemunha	--	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Ao se analisar as plantas aos 100 DAA, verificou-se que imazapic causou diminuição de 77,9% na altura, em comparação com a da testemunha, e de 86,7% no número de folhas, mas não afetou o número de perfilhos e rebrotas (Tabela 4). Como consequência, esse herbicida reduziu em 87,68% a massa seca das folhas, em 93,30% a do caule e em 90,56% a das raízes. A massa seca do tolete não foi afetada pelo herbicida, demonstrando que esses foram utilizados de forma similar para suprir a brotação e desenvolvimento inicial das gemas. O isoxaflutole causou redução de 52,6% na altura das plantas, mas não afetou o número de folhas, perfilhos e rebrotas quando comparado com a testemunha. Este produto causou

diminuição de 80,3% na matéria seca das folhas, 82,0% na do caule, 83,7% na da raiz, mas não afetou a do tolete. O amicarbazone, que visualmente não causou intoxicação das plantas, e não obteve diferença estatística em relação a testemunha, causou redução de 62,3% na massa seca do caule. Os demais tratamentos, embora tenham apresentado diferenças entre si quanto ao efeito sobre algumas características analisadas nas plantas de cana-de-açúcar, aos 60 DAA não causaram efeito tóxico quando comparados à testemunha. Entretanto, cabe ressaltar que as plantas tratadas com tebuthiuron apresentaram maior número de folhas e rebrotas e massa seca do caule quando comparadas as da testemunha.

Tabela 4. Efeito de herbicidas pré-emergentes sobre a altura, número folhas e perfilhos e matéria seca de folhas, caule, raiz e tolete aos 110 dias após a brotação (DAB) e o número de rebrotas aos 120 DAB de cana-de-açúcar ‘SP81-3250’ no sistema Plene®.

Tratamento	Altura (cm)	N ⁰ Perfilhos	N ⁰ Folhas	Matéria Seca (g)				N ⁰ Rebrota
				Folhas	Caule	Raiz	Tolete	
1 – imazapic	9,5 c	1 a	2 c	2,5 d	1,6 c	10,1 c	12,5 a	1 b
2 – sulfentrazone	39,9 a	2 a	14 b	19,5 ab	26,3 ab	90,0 a	12,7 a	4 a
3 – ametryn	47,2 a	2 a	25 a	21,2 ab	25,9 ab	121,0 a	12,4 a	2 b
4 – isoxaflutole	20,4 bc	1 a	9 bc	4,0 cd	4,3 c	17,4 bc	10,6 a	1 b
5 – tebuthiuron	43,0 a	2 a	29 a	24,2 a	38 a	88,0 a	10,4 a	6 a
6 – amicarbazone	30,0 ab	1 a	11 bc	12,2 bc	9,0 c	64,7 abc	11,5 a	2 b
7 – mesotrione	45,3 a	2 a	28 a	22,7 a	30,1 ab	71,1 ab	11,4 a	2 b
8 – Testemunha	43,1 a	1 a	15 b	20,3 ab	23,9 b	107,0 a	13,6 a	2 b
Fcalc.	11,70**	0,99 ^{ns}	20,60**	18,60**	24,90**	10,84**	1,49 ^{ns}	17,24**
CV (%)	23	74	26	25	26	34	15	32

** Significativo ao nível de 1% pelo teste F, ns – não significativo; médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes ao encontrado neste estudo foram relatados por Zeras et al. (2011) que constataram que a aplicação de imazapic e o isoxaflutole também causaram intoxicação, com diminuição na altura das plantas, de várias cultivares de cana até 30 dias após a aplicação do produto, apresentando em seguida uma recuperação das plantas. Os autores verificaram que apesar dos herbicidas terem sido aplicados em pós-emergência e em cana-soca de terceiro ano, eles causaram intoxicação das plantas de cana-de-açúcar. Contudo, Santos et al. (2009) trabalhando com RB 72454 de primeiro corte, não constataram intoxicação oriunda da aplicação de imazapic, mesmo em misturas [imazapic (119 g ha⁻¹), imazapic (91 g ha⁻¹) + [diuron + hexazinone] (799,5 g ha⁻¹ + 100,5 g ha⁻¹), imazapic + sulfentrazone (91 g ha⁻¹ + 500 g ha⁻¹).

Deve ser considerado no presente experimento que os efeitos tóxicos de imazapic e isoxaflutole foram decorrentes das condições em que as plantas se encontravam. Segundo Inoue et al. (2007), a molécula de imazapic pode sofrer uma lixiviação até a camada de 10-15 cm de solo indo para 15-20 cm de solo conforme a lâmina de aplicação. Pelo fato das plantas nesse experimento estarem acondicionadas em vasos e pelas propriedades do herbicida, a molécula provavelmente não sofreu lixiviação, ficando disponível e sendo absorvida durante todo o

período de estudo. Como esta molécula pode ser absorvida tanto via radicular como foliar e apresenta uma translocação rápida pelo xilema e floema para as regiões meristemáticas da planta (Rodrigues e Almeida, 2011), tem-se o agravamento da intoxicação das plantas. Desta forma, para se confirmar o potencial fitotóxico desses produtos fazem-se necessários experimentos a campo, nos quais os produtos estariam sujeitos às mais diferentes condições ambientais.

O mesmo é verificado com a molécula de isoxaflutole, que também sofre lixiviação para camadas de até 20 cm de profundidade (Rodrigues e Almeida, 2011). Devido as condições do experimento, a molécula provavelmente ficou mais disponível para as plantas do que seria em condições de campo, sendo absorvida pelas raízes e translocada pelo xilema para outras partes da planta, causando a sua intoxicação.

Por fim, outro fator que colocou a aplicação de imazapic como a mais fitotóxica entre os herbicidas avaliados foi a época de aplicação. Não se deve fazer a aplicação de imazapic em cana-planta e, no despraguejamento, deve-se fazer o plantio de 30-45 após a aplicação do produto (Rodrigues e Almeida, 2011). O produto apresenta seletividade a cultura apenas quando é seguido o critério de preparo de área para plantio ou em

pré-emergência da cana-soca. Segundo Azania et al. (2001), o estágio da planta no momento da aplicação também influencia na seletividade, o que nesse caso agrava ainda mais o efeito de toxidez causado pelo produto. Já com isoxaflutole, a toxicidade pode ser explicada porque a recomendação é de metade da dose na pré-emergência, logo após o plantio da cultura, e a outra metade aos 60 dias após o plantio, no momento da “quebra do lombo” (Rodrigues e Almeida, 2011).

Os maiores efeitos de toxidez em pré-emergência poderiam ser atribuídos ao fato dos toletes possuírem os locais de exposição à

absorção das moléculas, as partes cortadas do tolete, próximas às gemas. Isto poderia ter comprometido o desenvolvimento das gemas e, por consequência, da planta.

No segundo experimento verificou-se que ao longo de praticamente todo o período analisado, não houve diferenças visuais claras que discriminassem a ação fitotóxica dos herbicidas (Tabela 5). Porém, aos 45 DAA, verificou-se que as plantas tratadas com isoxaflutole, amicarbazone e diuron + hexazinone ($553 \text{ g kg}^{-1} + 67 \text{ g kg}^{-1}$), com destaque para isoxaflutole, apresentavam sintomas mais expressivos de intoxicação.

Tabela 5. Fitotoxicidade dos herbicidas pós-emergentes em cana-de-açúcar ‘SP81-3250’ no sistema Plene® até os 45 dias após a aplicação.

Tratamento	Dose (ha^{-1})	Fitotoxicidade - dias após a aplicação					
		8	14	24	31	38	45
1 – ametryn	8 L	3,0	2,0	4,0	1,5	1,0	1,0
2 – amicarbazone	2000 g	4,0	6,0	8,0	7,0	4,0	3,0
3 – sulfentrazone	1,5 L	7,0	8,0	8,0	5,0	2,0	1,5
4 – ametryn + clomazone	6 L	5,0	6,0	7,0	2,0	1,5	1,5
5 – diuron + hexazinone	3500 g	4,0	6,0	6,0	5,0	3,0	3,0
6 – diuron + hexazinone	2500 g	3,0	3,0	6,0	2,0	1,5	1,0
7 – isoxaflutole	300 g	6,0	7,0	7,0	6,5	5,0	5,0
8 – Testemunha	--	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

As plantas tratadas com diuron + hexazinone (diuron: 468 g kg^{-1} e hexazinone: 132 g kg^{-1}), ametryn + clomazone, sulfentrazone e ametryn apresentaram sintomas no início do período de avaliação, semelhantes aos dos outros três tratamentos, mas a partir dos 38 DAA começaram a se recuperar, obtendo baixas fitotoxicidade até o final do período de avaliação. Silva et al. (2013) também trabalhando com mini toletes, verificaram intoxicação inicial causada pelo diuron + hexazinone (diuron a 1440 g ha^{-1} + hexazinone a 396 g ha^{-1}).

A análise das plantas aos 45 DAA revelou que a aplicação de isoxaflutole causou diminuição de 45,1% na altura (Tabela 6). O número de perfilhos, folhas e rebrotas não foram afetados. Em função disso, as massas secas foram diminuídas em 56,9% nas folhas, 76,5% no caule e 72,9% na raiz, enquanto a massa do

tolete não foi afetada. A aplicação com amicarbazone causou diminuição também da altura em 45,7%, e no número de folhas, da ordem de 57,1%. O número de rebrotas e perfilhos não foram afetados. A massa seca também apresentou diminuição nas folhas (51,5%) e raiz (72,9%) devido a esse efeito.

A aplicação de diuron + hexazinone ($553 \text{ g kg}^{-1} + 67 \text{ g kg}^{-1}$) ocasionou diminuição no número das folhas (42,8%), diminuindo a massa seca do caule em 70,9% e a massa seca da raiz em 62,1%. Os tratamentos com diuron + hexazinone ($468 \text{ g kg}^{-1} + 132 \text{ g kg}^{-1}$), ametryn + clomazone, sulfentrazone e ametryn, apesar de apresentarem algumas diferenças entre si quanto ao efeito sobre algumas características, ao final do período analisado, estes herbicidas não causaram intoxicação nas plantas de cana-de-açúcar quando comparados com a testemunha. No entanto, mesmo que estes tratamentos

tenham causado diferença no número de folhas, a massa seca das plantas não foi afetada.

De uma maneira geral, apesar de isoxaflutole, amicarbazone e diuron + clomazone se mostrarem os produtos mais tóxicos, a cultura apresentou recuperação ao final dos 45 DAA, com consequente redução das notas visuais. Em estudo realizado por Correia et al. (2010), a cultivar SP81-3250 não apresentou nenhum dano visível à aplicação de

amicarbazone. Segundo estes autores, a aplicação de diuron + hexazinone resultou em injúrias visuais classificadas como nulas ou muito leves, as quais desapareceram aos 15 DAA, apesar das plantas apresentarem uma expressiva inibição de crescimento, como também foi determinado por Ferreira et al. (2010) e Martins et al. (2010), o que demonstra que esta variedade apresenta tolerância a certos herbicidas.

Tabela 6. Efeito de herbicidas pós-emergentes sobre a altura, número folhas e perfilhos e matéria seca de folhas, caule, raiz e tolete aos 110 dias após a brotação (DAB) e o número de rebrotas aos 120 DAB de cana-de-açúcar ‘SP81-3250’ no sistema Plene®.

Tratamento	Altura (cm)		N ⁰		N ⁰ Folhas	Matéria Seca (g)								N ⁰ Rebrotas		
			Perfilhos			Folhas		Caules		Raiz		Tolete				
1-ametryn	54,3	a	2	a	3	b	35,7	a	127,7	a	55,0	abc	9,8	a	9	a
2-amicarbazone	28,0	c	1	a	3	b	12,6	d	19,7	cd	21,7	c	9,3	a	5	bc
3-sulfentrazone	47,8	abc	2	a	4	b	21,4	bc	56,1	b	54,4	abc	10,8	a	7	ab
4-ametryn + clomazone	40,1	abc	2	a	4	b	17,1	cd	33,4	bcd	77,3	a	10,3	a	6	abc
5-diuron + hexazinone	32,2	bc	1	a	4	b	14,8	cd	15,1	d	30,4	bc	9,6	a	4	c
6-diuron + hexazinone	37,1	abc	2	a	5	b	13,2	d	25,5	bcd	62,9	ab	9,7	a	6	abc
7-isoxaflotule	28,3	c	1	a	5	ab	11,2	d	12,2	d	21,7	c	10,3	a	3	c
8-Testemunha	51,6	ab	2	a	7	a	26,0	c	52,0	bc	80,3	a	10,9	a	5	bc
Fcalc.	5,29*		1,94 ^{ns}		6,50**		34,00**		24,24**		10,22**		0,65 ^{ns}		7,12**	
CV (%)	23		48		20		15		36		29		14		24	

*, ** Significativos ao nível de 5 e 1%, respectivamente, pelo teste F; ns – não significativo; médias seguidas por mesma letra m na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Martins et al. (2010) ainda ressaltam que o padrão de crescimento e recuperação da intoxicação pouco depende da intensidade inicial de intoxicação das cultivares de cana-de-açúcar, o que demonstra que apesar das notas altas no início do período de avaliação, a cultura poderia se recuperar e produzir colmos sadios. Segundo Ferreira et al. (2005), que avaliaram a sensibilidade de cultivares de cana-de-açúcar à mistura de herbicidas, há baixa sensibilidade desta cultivar a aplicação dos mesmos.

Os sintomas de fitotoxicidade observados, principalmente os de tratamento oriundo de isoxaflutole, poderiam ser atribuídos ao fato de que como as plantas se encontravam em um sistema fechado (vasos), as moléculas praticamente não sofreram lixiviação, sendo que são passíveis de lixiviar (Inoue et al., 2007), ficando concentradas e disponíveis para absorção pelas raízes, uma vez que estes três

herbicidas são também absorvidos pelas raízes das plantas.

Conforme já mencionado no experimento com herbicidas em pré-emergência, estudos a campo se fazem necessários para comprovar o potencial fitotóxicos desses herbicidas em pós-emergência. Outra possível causa de intoxicação das plantas por esse ingrediente ativo se deve ao fato de que metade da dose deve ser aplicada no plantio e a outra metade 60 dias depois, na “quebra do lombo”.

Conclusões

Os herbicidas sulfentrazone, ametryn, tebuthiuron, amicarbazone e mesotrione foram seletivos à cana-de-açúcar ‘SP81-3250’ no sistema Plene® quando aplicados em pré-emergência, enquanto ametryn, sulfentrazone,

ametryn + clomazone e diuron + hexazinone ($468 \text{ g kg}^{-1} + 132 \text{ g kg}^{-1}$) foram seletivos em pós-emergência.

Referências

- ARALDI, R. et al. Relação entre o consumo de água e a absorção de herbicidas em plantas daninhas de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v.29, n.esp., p.1045-1051, 2011.
- AZANIA, C.A.M. et al. Seletividade de Imazapic às soqueiras de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). **Planta Daninha**, v.19, n.3, p.345-350, 2001.
- CORREIA, N.M. et al. Eficácia de herbicidas aplicados nas épocas secas e úmida para controle de *Merremia aegyptia* na cultura da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v.28, n.3, p.631-642, 2010.
- EWRC - EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL Report of 3rd and 4rd meetings of EWRC. Cittee of methods in weed research. **Weed Research**. v.4, n.1, p.88, 1964.
- FERREIRA R.R. et al. Tolerância diferencial de variedades de cana-de-açúcar a estresse por herbicidas. **Bragantia**, v.69, n.2, p.395-404, 2010.
- FERREIRA, E.A. et al. Manejo de plantas daninhas em cana-crua. **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 915-925, 2010.
- FERREIRA, E.A. et al. Sensibilidade de cultivares de cana-de-açúcar à mistura de trifloxysulfuron-sodium + ametryn. **Planta Daninha**, v.23, n.1, p.93-99, 2005.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia, **Estatística da produção agrícola, Janeiro de 2013**. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/indicadoresagro_19962003/default.shtm>. Acesso em: 05 fev 2013.
- INOUE, M.H. et al. Potencial de lixiviação de imazapic e isoxaflutole em colunas de solo. **Planta Daninha**, v.25, n.3, p.547-555, 2007.
- KUVA, M.A. et al. Fitossociologia de comunidades de plantas daninhas em agroecossistema cana-crua. **Planta Daninha**, v.25, n.3, p.501-511, 2007.
- KUVA, M.A. et al. Padrões de infestação de comunidades de plantas daninhas no agroecossistema de cana-crua. **Planta Daninha**, v.26, n.3, p.549-557, 2008.
- MARTINS, D. et al. Seletividade de herbicidas em variedades de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v.28, n.esp., p.1125-1134, 2010.
- NEVES, M.F. et al. **Estratégias para a cana no Brasil: um negócio classe mundial**. São Paulo: Atlas, 2010. 288p.
- PROCÓPIO, S.O. et al. Toxicidade de herbicidas utilizados na cultura da cana-de-açúcar à bactéria diazotrófica *Azospirillum brasilense*. **Planta Daninha**, v.29, n.1, p.1079-1089, 2011.
- RODRIGUES, B.N.; ALMEIDA, F.S. **Guia de herbicidas**. 6. ed. Londrina: Edição dos autores, 2011. 697p.
- ROLIM, J.C.; PASTRE W. Eficiência agrônômica de s-metolachlor na cultura da cana-de-açúcar. Congresso brasileiro da ciência das plantas daninhas, 22., Foz do Iguaçu, **Anais...**, Foz do Iguaçu; Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2000. p.310.
- SANTOS, G. Eficácia e seletividade do herbicida imazapic isolado ou associado a outros herbicidas aplicado com e sem cobertura de palha de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.8, n.3, p.75-84, 2009.
- SILVA, D.M. et al. Seletividade de herbicidas influenciada pelo estado nutricional da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.12, n.1, p.56-67, 2013.
- SOCICANA - **Características Agronômicas das Variedades SP**. Disponível em: <<http://www.socicana.com.br/variedadescana/Variedades SP.pdf>>. Acesso em 18 jun 2014

SYNGENTA – Tecnologia Plene. Disponível em:

<<http://www.syngenta.com/country/br/pt/produto/semarcas/Plene/Pages/Tecnologia-plene.aspx>>. Acesso em 14 jun 2014.

UNICA – União das Indústrias de Cana-de-açúcar, **Maior produtor mundial de cana-de-açúcar, 2011-2012**. Disponível em <<http://www.unica.com.br/faq/>>. Acesso em 03 fev 2013

UNICA – União das Indústrias de Cana-de-açúcar, **Relatório de final de safra 2011/2012, região centro-sul**. Disponível em <<http://www.unicadata.com.br/>>. Acesso em: 03 fev 2013.

VELINI, E.D. et al. Avaliação da seletividade da mistura de oxyfluorfen e ametryne, aplicada em pré ou pós-emergência, a dez variedades de cana-de-açúcar (cana-planta). **Planta Daninha**, v.18, n.1, p.124-125, 2000.

ZERAS, F.S. et al. Tolerância de diferentes cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) a herbicidas. **Planta Daninha**, v.29, n.3, p.591-599, 2011.